

**SKOLIOSE OPERATION
UNTER VERWENDUNG DES
HARRINGTON-DISTRAKTIONSSTABES**

ERFAHRUNGSBERICHT ÜBER 42 OPERIERTE SKOLIOSEN

Wolfgang Paulus

1976



Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München

Direktor: Professor Dr. A. N. WITT

SKOLIOSE OPERATION UNTER VERWENDUNG DES
HARRINGTON-DISTRAKTIONSSTABES

ERFAHRUNGSBERICHT ÜBER 42 OPERIERTE
SKOLIOSEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

WOLFGANG PAULUS

aus

Aidenbach

München 1975



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. A. N. WITT

Dekan: Prof. Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: 20. Januar 1976

Einleitung

Erste Abtheilung

Erste Abtheilung des ersten Buches

Erste Abtheilung des zweiten Buches

Erste Abtheilung des dritten Buches

Erste Abtheilung des vierten Buches

Erste Abtheilung des fünften Buches

Erste Abtheilung des sechsten Buches

Erste Abtheilung des siebten Buches

Meinen Eltern

in Dankbarkeit gewidmet

Erste Abtheilung des achten Buches

Erste Abtheilung des neunten Buches

Erste Abtheilung des zehnten Buches

Erste Abtheilung des elften Buches

Erste Abtheilung des zwölften Buches

Erste Abtheilung des dreizehnten Buches

Erste Abtheilung des vierzehnten Buches

Erste Abtheilung des fünfzehnten Buches

Erste Abtheilung des sechzehnten Buches

Erste Abtheilung des siebenzehnten Buches

Erste Abtheilung des achtzehnten Buches

Erste Abtheilung des neunzehnten Buches

Erste Abtheilung des zwanzigsten Buches

Erste Abtheilung des einundzwanzigsten Buches

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
Definition der Skoliose	1
Einteilung der Skoliosen	2
Überblick über die operative Behandlung der Skoliose	4
Harrington Operation	7
Eigene Ergebnisse	9 - 36
Patientengut	9
Aufnahmetechnik und Meßmethode	14
Operationsindikation und Operationsalter	17
Operationsvorbehandlung	18
Operationsverfahren	20
Nachbehandlung	21
Auswertung der Ergebnisse	22 - 36
Korrekturwinkel und Ätiologie der Skoliose	22
Korrekturwinkel und Lokalisation der Skoliose	24
Korrekturwinkel und Schweregrad der Skoliose	26
Korrekturwinkel und Risser-Zeichen	28
Gesamtergebnisse	28
Komplikationen	33

Diskussion	36 - 58
Operationsalter	36
Operationsindikation	38
Operationsnachbehandlung	41
Vorteile und Grenzen der Methode,	
Komplikationen	42
Kompressionsstab	46
Vergleich mit den Operationsergeb-	
nissen anderer Autoren	47
Korrekturverlust und Verbesserungen	53
Schlußfolgerung	58
Zusammenfassung	59
Literaturverzeichnis	60

EINLEITUNG

1971 wurde an der orthopädischen Klinik in München der von HARRINGTON entwickelte Distraktionsstab in die operative Behandlung der Skoliose eingeführt. Das bis dahin praktizierte Verfahren der Spondylothese wurde nicht verändert. In der vorliegenden Arbeit wurden 42 nach diesem Verfahren operierte Patienten nachuntersucht, die Ergebnisse ausgewertet und mit denen anderer Autoren verglichen. Der Zeitraum der Nachuntersuchung erstreckt sich von einem bis drei Jahre nach der Operation.

DEFINITION der SKOLIOSE

Die Skoliose ist als dauernde, seitliche Verbiegung der Wirbelsäule mit Rotation der Einzelwirbel definiert. Die Wirbel sind umso stärker verdreht, je näher sie dem Scheitel der Verbiegung sitzen. Bei Thorakalskoliosen bewirken Biegung und Rotation auf der konvexen Seite einen Rippenbuckel. Die Rotation der Einzelwirbel im Bereich der Lendenwirbelsäule kann so groß werden, daß ein Wirbelkörper seitlich abgleitet. Dieses "Drehgleiten", das auch bei Patienten ohne Skoliose im hohen Lebensalter auftreten kann, geht fast immer mit Schmerzen ein-

her. Die betroffenen Wirbelkörper in der Krümmung sind keilförmig deformiert. Mit der Verbiegung der Wirbelsäule tritt eine Teilversteifung der einzelnen Bewegungssegmente auf. Die Versteifung, Rotation und Deformierung sind der wesentliche Unterschied gegenüber dem skolio-tischen Haltungsfehler, der ausgleichbar ist.
(BUCHNER 1964, MATZEN 1967)

EINTEILUNG der SKOLIOSEN

Nach der Ätiologie kann man eine Unterteilung in drei Hauptgruppen vornehmen:

1. Kongenitale Skoliosen
2. Paralytische Skoliosen
3. Idiopathische Skoliosen

Hinzu kommt noch eine große Zahl seltener Skolioseformen wie die rachitische Skoliose, die statische Skoliose, die posttraumatische Skoliose, die myopathische Skoliose, die Skoliosen bei Systemerkrankungen usw.

Ungefähr 90% aller Skoliosen sind idiopathisch, d.h. ihre Ursache ist bis heute nicht genau geklärt, unter anderem werden metabolische Störungen diskutiert.

(ÄPPLI 1964)

Nach dem Manifestationsalter können die idiopathischen Skoliosen weiter unterteilt werden:

- a) infantile Skoliosen - Auftreten vor dem dritten Lebensjahr
- b) juvenile Skoliosen - Auftreten zwischen dem sechsten und achten Lebensjahr
- c) Adolescentenskoliosen - Auftreten nach dem zehnten Lebensjahr

Nach der Lokalisation des Scheitelwirbels unterscheidet man bei allen Skolioseformen:

- 1. Thorakale Skoliosen (meist rechtskonvex, Scheitel bei Th 8/ Th 9, häufigste Form, oft mit starker Progredienz)
- 2. Lumbale Skoliosen (meist linkskonvex, Scheitel bei L 1/ L 2)
- 3. Thorakolumbale Skoliosen (meist rechtskonvex, Scheitel bei Th 11/ Th 12)
- 4. Kombiniert thorakale und lumbale Skoliosen, meist thorakal rechts- und lumbal linkskonvex (Scheitel meist bei Th 8 und L 1).

(ÄPPLI 1964, BAUMANN 1971)

Als Haupt- oder Primärkrümmung wird die Krümmung mit dem größten Winkel angesprochen. Speziell bei der idiopathischen Skoliose unterscheidet man solche mit einer Hauptkrümmung (dorsal, lumbal, dorsolumbal und zervikodorsal), Skoliosen mit zwei Hauptkrümmungen (dorsal und lumbal, dorsal und zervikodorsal, dorsal und dorsolumbal) und schließlich mit dreifacher Hauptkrümmung (zervikodorsal, dorsal und lumbal). Diese werden auch

Tripleskoliosen genannt. (BERGK 1974, MATZEN 1967)

Schließlich lassen sich die Skoliosen nach ihrem Schweregrad einteilen. Skoliosen

I. Grades sind Krümmungen bis zu 70 Grad

II. Grades sind Krümmungen von 71 - 99 Grad und

III. Grades sind Krümmungen mit mehr als 100 Grad Cobb.

(MATZEN 1961)

ÜBERBLICK über die OPERATIVE BEHANDLUNG der SKOLIOSE

Die Behandlung der Skoliose war schon immer problematisch, dies zeigt sich in der Mannigfaltigkeit der Methoden, welche zur Therapie der Skoliose entwickelt wurden.

Von der Frühzeit der Medizin an - seit Hippokrates - hat man das Problem der Skoliose erkannt und versucht, sie durch intensive Extension und Krafteinwirkung auf Wirbelsäule und Rippenbuckel zu behandeln. (VALENTIN 1961)

GUERIN (1838) leitete die Ära der operativen Behandlung der Skoliose ein. Die Einführung der subkutanen Tenotomie durch STROHMEYER (1833) veranlaßte GUERIN auch bei der Skoliose die Muskel- und Sehnendurchtrennung an der Konkavseite der Krümmung anzuwenden. (Zit. n. BAUER 1970)

VOLKMANN (1889) führte erstmals die Rippenbuckelre-

sektion durch, doch die Ergebnisse waren nicht befriedigend.

KRUKENBERG, SCHEPELMANN und SCHEDE versuchten das Ausmaß der Verkrümmung durch Myotomien zu bessern. KRUKENBERG (1914) empfahl die Durchtrennung des konkavseitigen Psoas bei Lumbalskoliosen. SCHEPELMANN versuchte durch Muskelverpflanzungen eine Schwächung der Muskulatur auf der Konkavseite und ein relatives Übergewicht der Konvexseite zu erreichen.

FORBES und GALLOWAY führten erstmals 1913 bei Skoliosen eine versteifende Wirbelsäulenoperation durch. (FORBES 1920, GALLOWAY 1914). ALBEE und HIBBS gaben 1914 die entscheidenden Anstöße zu einer Versteifungsoperation.

ALBEE entwickelte die intraspinöse Versteifung, er spaltete die Dornfortsätze der Länge nach, frakturierte sie auf der einen Seite an ihrer Basis und setzte in diesen Spalt einen kräftigen, autogenen Knochenspan ein. (ALBEE u. KUSHER 1938) HIBBS hingegen verödete bei seiner intraartikulären und intraspinösen Versteifungsoperation die kleinen Wirbelgelenke und schuf mit den an ihrer Basis gekappten Dornfortsätzen und den hinteren Wirbelbogenanteilen kleinere, gestielte Knochenspänen. Mit diesen versteifte er die einzelnen Bewegungssegmente im Krümmungsbereich. (HIBBS 1924). Es folgten zahlreiche Versuche mit Modifikationen und Kombinationen dieser zwei Methoden. Auch die heute durchge-

führten Spondylodesen beruhen auf diesem Prinzip.

Die ersten Versuche, die skoliotische Wirbelsäule mit metallischem Fremdmaterial zu schienen, stammen von HADRA (1891) und CHIPAULT (1896). In Deutschland hat als erster F. LANGE ähnliche Experimente unternommen. Ausgehend von der Vorstellung, das Korsett in den Körper zu verlegen, führte M. LANGE (1956) bei schweren Skoliosen nach vorheriger Extension eine Schienung in Form einer kombinierten Osteosynthese mit Stahlschienen in Form von Küntschernägeln und Knochenspänen durch. Dies brachte eine bessere Verknöcherung, geringere Pseudarthrosenbildung, bessere Ruhigstellung und eine Abkürzung der Liegezeit mit sich. Er realisierte damit das Grundprinzip einer Skolioseoperation: Strecken, korrigieren, fixieren. Es folgten Versuche mit paraspinösen Platten (WITT et al. 1960), Muskelalloplastik mit Spiralfedern (GRUCA 1962), mit der LYRA-Plastik (PAP 1962) sowie der Wachstumslenkung mittels Epiphysenklammern (MATZEN 1956).

HARRINGTON OPERATION

1962 veröffentlichte P.R. HARRINGTON erstmals einen Erfahrungsbericht über 68 operierte Skoliosen, mit der von ihm entwickelten Methode. Er implantierte den Patienten zur bleibenden Korrektur der Verkrümmung ein Metallinstrumentarium, um mit einer Kombination von Distraction und Kompression die verkrümmte Wirbelsäule aufzurichten.

HARRINGTON verwendet dazu einen Distraktionsstab, einen Kompressionsstab und zusätzlich bei tiefen Lumbalskoliosen den Sacral-bar, der durch die ossa ilia gebohrt wird um auf ihm den Distraktionsstab abstützen zu können. Mit diesem Korrektursystem erwartete HARRINGTON eine gute Fixation, Stabilisierung und eine optimale Korrektur der Skoliose (HARRINGTON 1962 u. 1973) Zum besseren Verständnis folgt jetzt eine kurze Zusammenfassung der HARRINGTON Operationsmethode.

An der konkaven Seite der Krümmung werden in die Gelenkfortsätze, am Processus articularis inferior, der obere und untere Distraktionshaken eingebracht und daran das Outtriggerinstrument befestigt, welches die Distraction der Wirbelsäule erlaubt, ohne das Feld für die Spondylodese zu beeinträchtigen. Anschließend wird das Kompressionssystem mit seinen Haken auf der Konvexseite der verkrümmten Wirbelsäule angebracht. Die dazugehörigen Haken werden an der Basis der

Querfortsätze ober- und unterhalb des Krümmungsscheitels angebracht. Distraction und Kompression sollen langsam und vorsichtig bis zur optimalen Korrektur erfolgen. Nach der Korrektur der Skoliose mit den Metallstäben führt HARRINGTON eine Spanversteifung durch, die mindestens von Neutralwirbel zu Neutralwirbel geht. Nach der Spondylose wird der Outrigger durch einen Distaktionsstab von entsprechender Länge ersetzt.

Die Korrektur mit den Stäben kann schrittweise vorgenommen werden, mit Pausen von mehreren Wochen, ehe die endgültige Versteifung ausgeführt wird.

(HIRSCH 1971). HARRINGTON stellt zur Diskussion, ob sofort, d.h. schon beim Einsetzen des Stabes, oder zu einem späteren Zeitpunkt eine Wirbelsäulenversteifung erfolgen soll.

EIGENE ERGEBNISSE

PATIENTENGUT

An der orthopädischen Klinik in München wurde bis zum März 1975 bei achzig Patienten der HARRINGTON-Distraktionsstab eingesetzt. Die Nachuntersuchungen erstrecken sich auf 42 Patienten, welche zwischen Februar 1971 und März 1973 operiert wurden. Die Nachuntersuchungen erfolgten ein bis drei Jahre nach der Operation.

In 33 Fällen handelte es sich um idiopathische Skoliosen (78,5%), in 8 Fällen um paralytische (19%) und in einem Fall um eine kongenitale Skoliose. Das Verhältnis weiblich zu männlich errechnete sich mit 34:8.

Am häufigsten wurde die Diagnose einer idiopathischen, rechtskonvexen Thorakalskoliose gestellt, wobei sich der Scheitelwirbel meist zwischen Th 7 und Th 11 befand. Lokalisation des Scheitels und Abweichung der Wirbelsäule bei allen Patienten gehen aus Abb. 1 hervor.

Zum Zeitpunkt der Operation waren die Patienten durchschnittlich 14,9 Jahre alt, der älteste war 21 Jahre, der jüngste 11 Jahre alt. (Abb. 2)

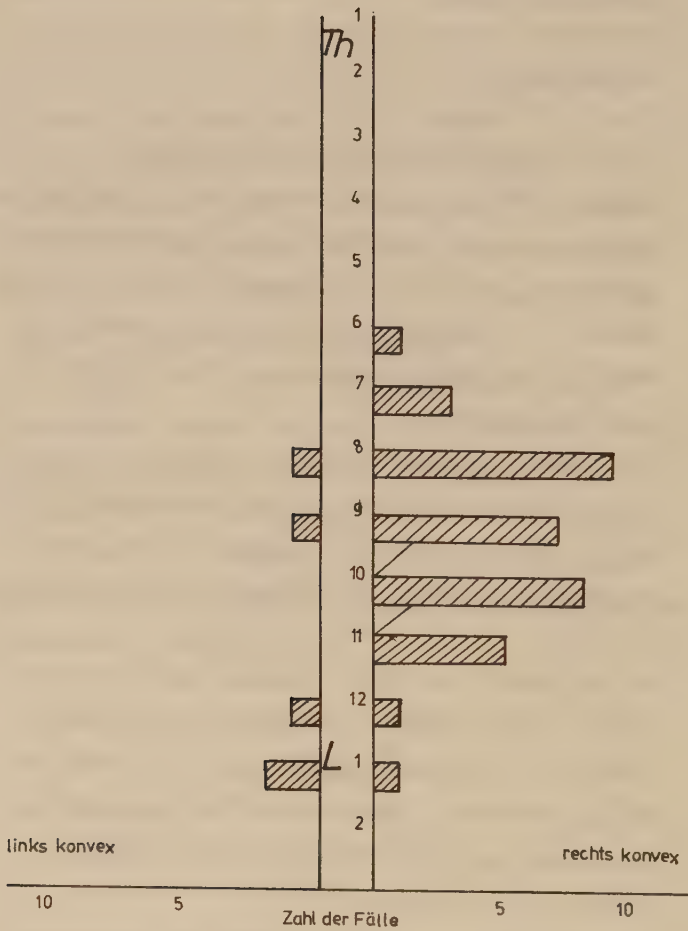


Abb.: 1 Lokalisation des Scheitelwirbels und Abweichung der Wirbelsäule bei allen 42 Patienten. Rechtskonvexe Skoliosen mit Scheitel in Th8 am häufigsten (9 Fälle).

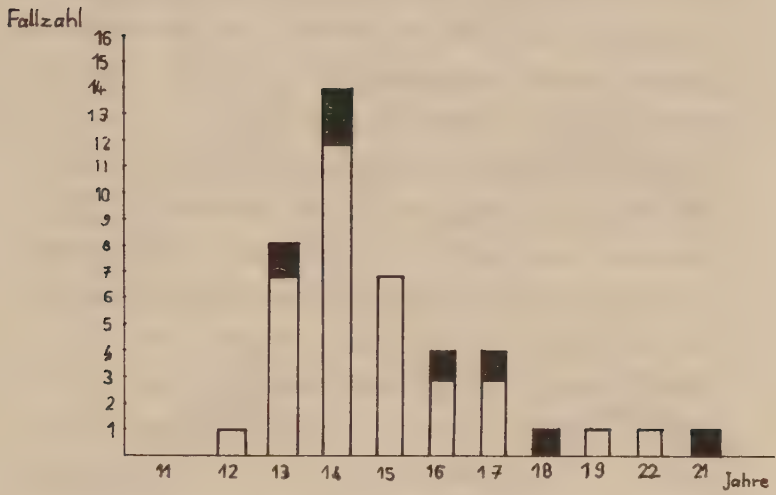


Abb.: 2 Alters- und Geschlechtsdisposition bei
42 Patienten mit Skoliosen

■ = männlich

□ = weiblich

In 14 Fällen war das RISSER'sche Zeichen positiv, d.h. das Wirbelsäulenwachstum war im Abschluß begriffen; bei einem Durchschnittsalter dieser Patienten von 15,07 Jahren. Bei 28 Patienten war das RISSER-Zeichen noch negativ, das Durchschnittsalter betrug hier 14,85 Jahre. Die Entwicklung der Darmbeinkammapophyse (RISSER'sches Zeichen) ist in a - p Röntgenaufnahmen gut zu erkennen. (Abb. 3)

Im Stadium I ist die Apophyse noch nicht sichtbar (RISSER-Zeichen negativ), in den Stadien II - IV entwickelt sie sich von lateral her (RISSER-Zeichen wird positiv) und verschmilzt am hinteren Ende mit dem os ileum (RISSER-Zeichen positiv). Der Verschmelzungsprozess der Darmbeinkammapophyse verläuft von medial hinten nach lateral vorne (Stadien V - VI). Ist der Darmbeinkamm vollständig verwachsen (Stadium VI), so gilt der Entwicklungsschub als beendet. (RISSER 1958)

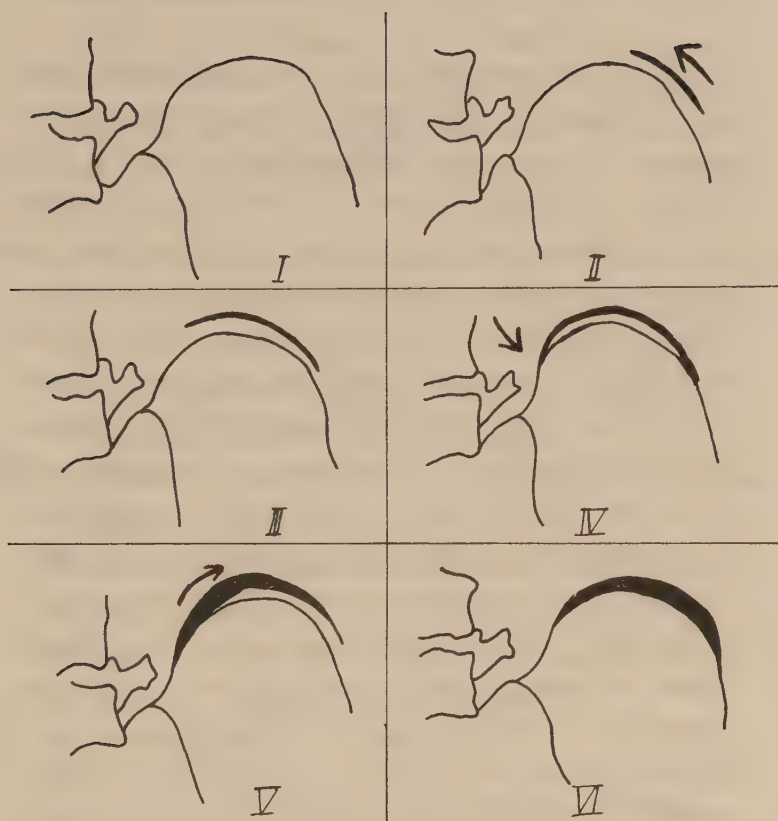


Abb.:3 Entwicklung der Darmbeinapophyse nach RISSER

- I Apophyse noch nicht sichtbar
 - II Beginn der Entwicklung von lateral her
 - III Apophyse über d. Hälfte des Darmbeinkammes
 - IV Apophyse voll ausgebildet u. Verschmelzung
 - V Apophyse beginnt zu verwachsen
 - VI Apophyse vollständig verwachsen
- (Aus H.U. DEBRUNNER: Orthopädisches Diagnostikum. Thieme, Stuttgart 1974)

AUFNAHMETECHNIK und MESSMETHODE

Bei der Röntgenuntersuchung einer Skoliose erfolgt anfangs immer die Bestimmung der Haupt- bzw. der Primärkurve. Es wird eine Röntgenaufnahme im a - p Strahlengang der gesamten Wirbelsäule im Stehen vom Sakrum bis zum Okziput angefertigt. Dazu werden speziell lange Filme (30 x 90cm) benötigt (VIERNSTEIN). Vor der Aufnahme erfolgt mittels Brettchenunterlagen ein Ausgleich eines eventuell vorhandenen Beckenschiefstandes. Bei späteren Kontrollaufnahmen über den Verlauf der Skoliose sollte man sich immer an die gleiche Technik halten, da nur so ein Vergleich mit früheren Aufnahmen möglich ist. Röntgenbilder im Liegen, in Extension oder in maximaler Rechts- und Linksneigung wurden nicht zu oft angefertigt, um die meist jugendlichen Patienten keiner allzugroßen Strahlenbelastung auszusetzen. Die Festlegung der Primärkrümmung ist entscheidend für das Ausmaß und die Begrenzung einer eventuell notwendigen Versteifung. Die Hauptkrümmung ist die Kurve mit dem schwersten Grad der Verkrümmung und gleichzeitig die Kurve, die sich am wenigsten ausgleichen läßt. Sie kann am besten an Hand einer Extensions- oder Funktionsaufnahme nachgewiesen werden. (M. LANGE 1968)

Bei der Ausmessung der Wirbelsäule hat sich heute all-

gemein die Methode nach LIPPMANN & COBB (1948) durchgesetzt, da die Messung nach FERGUSON (1945, 1950) nur die relative Seitabwinkelung angibt und etwas komplizierter in ihrer Anwendung ist. Die Methode nach COBB gibt das Maß der Krümmung an. (NEUGEBAUER 1972)

Bei der Ausmessung nach COBB wird eine Gerade parallel zu der Deckplatte des kranialen und der Grundplatte des kaudalen Neutralwirbels der Krümmung gezogen. Gemessen wird der Komplementärwinkel zwischen den Loten auf diesen zwei Geraden. (Abb. 4)

Als Neutralwirbel einer Krümmung bezeichnet man denjenigen Wirbelkörper, der

1. am stärksten gegen die Horizontale geneigt ist,
2. oder am wenigsten keilförmig deformiert ist,
3. oder von parallelen Deckplatten begrenzt ist,
4. oder die geringste Rotation aufweist.

Der Scheitelwirbel ist als der

1. am wenigsten gegen die Horizontale geneigte,
 2. oder am stärksten keilförmig deformierte,
 3. oder am stärksten rotierte Wirbelkörper
- definiert.

Bei Verlaufskontrollen werden auch nach der Operation immer die gleichen Neutralwirbel beim Ausmessen verwendet, da so die gemessenen Werte am besten vergleichbar sind.

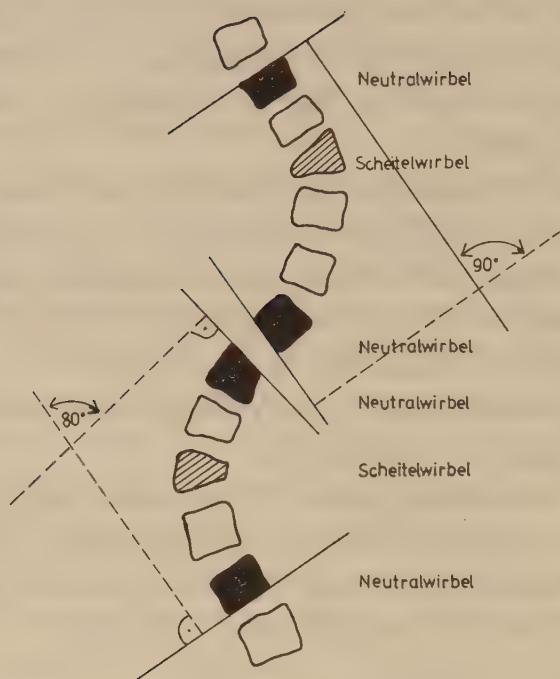


Abb.: 4 Meßmethode nach LIPPMANN & COBB. Gemessen wird der Komplementärwinkel zwischen den Loten auf die Parallelen zu den Deck- bzw. Grundplatten der Neutralwirbel.

OPERATIONSINDIKATION und OPERATIONSALTER

Die Operationsindikation ist an der orthopädischen Klinik in München bei Skoliosen mit einem Winkel von über 30 Grad Cobb bei nachgewiesener Progredienz gegeben. Diese wird durch Röntgenkontrollen, die u.U. alle drei Monate erfolgen, nachgewiesen. Die Progredienz fällt meist mit dem pubertären Wachstumsschub zusammen, sie findet also häufig bei Patienten nach dem 12. Lebensjahr statt.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen wird die untere Altersgrenze mit 12 Jahren, die obere mit 16 Jahren angesetzt. Bei jüngeren Patienten muß man wegen des noch über längere Zeit dauernden Wirbelsäulenwachstums mit größeren Korrekturverlusten rechnen, bei älteren Patienten über 16 Jahre ist die Wirbelsäule meist schon so versteift, daß man mit keiner weiteren Progredienz mehr rechnen muß und kein gutes Operationsergebnis zu erwarten ist. Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 14,9 Jahre.

OPERATIONSVORBEHANDLUNG

Große Bedeutung für den Erfolg einer Skolioseoperation kommt einer gründlichen Operationsvorbehandlung zu. Sie bedeutet für den Patienten immer einen längeren stationären Aufenthalt, der aber bei der Verwendung des HARRINGTON-Stabes abgekürzt werden kann.

(JASTER u. ZILLER 1971)

Ungefähr sechs Wochen vor der Operation wird der Patient in die Klinik aufgenommen und ein intensives Vorbereitungsprogramm eingeleitet.

Der Operation geht eine möglichst weitgehende Redression und Lockerung der Verbiegung mit dem Apparat von DUCROQUET voraus. Entscheidend bei dieser Extensionsbehandlung ist, daß die Patienten Lockerung und Verlängerung der Wirbelsäule durch eigene Kraft und Leistung schaffen müssen. (LANGE 1956, MATZEN 1956, WITT 1962)

Während der ca. sechs- bis achtwöchigen Extensionsbehandlung läuft ein krankengymnastisches Übungsprogramm zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur und Optimierung der Atemkapazität. Eine Operation findet unter anderem erst dann statt, wenn die Atemkapazität mindestens 2000 ccm beträgt.

Die Redression wird unter Messung der Eigenextension so lange durchgeführt, bis sich über einen Zeitraum von ca. zwei Wochen keine weitere Verbesserung des Krümmungswinkels mehr erzielen läßt und im Röntgen-

bild bei maximaler Extension die Zwischenwirbelräume im Gebiet der Hauptkrümmung auf der Konvexseite gleich denen auf der Konkavseite sind.

(MAU 1958)

Es wird unter allen Umständen beachtet, daß die beschriebene Vorbehandlung nicht erfolgen darf, solange die Operationsindikation nicht eindeutig geklärt ist. Die Auflockerung der Skoliose schließt jede weitere konservative Behandlung aus, da ohne eine operative Fixation eine Progredienz nicht aufzuhalten wäre. Es ist deshalb selbstverständlich, daß zu Beginn der Vorbehandlung eine exakte internistische Durchuntersuchung zur Frage der Operationsfähigkeit erfolgt.

Ebenfalls bei der Vorbereitung zur Operation werden an Hand von Wirbelsäulenganzaufnahmen die Neutralwirbel und somit der Versteifungsbezirk, der mindestens von Neutralwirbel zu Neutralwirbel gehen soll, bestimmt. Zusätzlich erfolgt eine Röntgenaufnahme der Tibia, aus der der v. ERTL-Span entnommen werden soll, um Struktur- und Formanomalien in diesem Bereich auszuschließen. (JÄGER 1971)

Mit Abschluß der Vorbehandlung wird in Extension in der Glissonschiene auf dem sogenannten Planigraphentisch bei einer Kippung von 60 Grad geröntgt. Anhand dieser Aufnahme läßt sich ungefähr die zu erzielende Korrektur während der Operation ablesen.

In Bauchlage wird unter Extension und bestmöglicher manueller Korrektur der Wirbelsäulenverkrümmung eine dorsale Gipsschale angefertigt, in die der Patient sofort nach der Operation gelegt wird. Zur Feststellung des passgerechten Sitzes der Schale muß sich der Patient präoperativ zwei bis drei Tage einliegen.

OPERATIONSVERFAHREN

An der orthopädischen Klinik München wird der Eingriff einzeitig in Bauchlage mit Halothan-Lachgas-Anästhesie unter maschineller Beatmung durchgeführt. Von einem zweiten Operationsteam wird gleichzeitig aus Gründen der Operationszeitverkürzung der ERTL-Span aus dem auf einer verstellbaren Schiene in 100 Grad Beugstellung gelagerten Unterschenkel entnommen.

Nach einem geraden Medianschnitt über dem zu versteifenden Wirbelsäulenabschnitt werden die konkavseitigen Dornfortsätze und Laminae subperiostal freigelegt. Unter dem Schutz eingeschobener Kochersonden werden die Knorpelflächen der Wirbelbogengelenke im LWS-Bereich mit dem Meißel reseziert. Ortsständig gewonnene Spongiosa wird zwischen die Resektionsflächen interponiert. In die Wirbelbögen des cranialen und caudalen Neutralwirbels werden die "hooks" eingebracht; mit dem nun eingesetzten "outrigger" erfolgt

die schrittweise Extension der Wirbelsäule. Nach der Distraction mittels "outrigger" werden die Dornfortsätze und Wirbelbögen angefrischt. Zusätzlich werden die Ligmenta interspinalia reseziert. Nach dem Auswechseln des "outriggers" gegen den Distraktionsstab werden die aus der Tibia entnommene Spingiosa und darüber der ERTL-Span eingefügt. Der ERTL-Span ist gut modellierbar und wird durch die darübergelagerte Muskulatur gut gehalten. Nach dem schichtweisen Verschluß der Operationswunde erfolgt eine Röntgenkontrollaufnahme. Noch in Narkose wird der Patient in die vorbereitete Liegeschale gebracht.

NACHBEHANDLUNG

An die Operation schließt sich eine sechswöchige Liegeschalenbehandlung an. Nach dieser Zeit wird ein Korsettabguß angefertigt. Bis zur Fertigstellung des Leder-Stahl-Korsetts erhalten die Patienten ein Gipskorsett ohne Kopfstütze. Das endgültige Korsett, ebenfalls ohne Kinnstütze, wird ca. ein Jahr bis zum knöchernen Durchbau der Fusionsstrecke belassen. Neuerdings werden die postoperativen Korsetts mit einer Kinnstütze versehen.

AUSWERTUNG der ERGEBNISSE

Zur Auswertung wurden die präoperativ und postoperativ angefertigten Wirbelsäulenganzaufnahmen herangezogen. Die Winkelmessung erfolgte nach der Methode von COBB. Die erhaltenen Meßwerte wurden mit der Ätiologie der Skoliose, der Lokalisation der Hauptkrümmung, dem Schweregrad und mit dem RISSER-Zeichen korreliert.

Der vorläufige Korrekturgewinn errechnet sich aus der letzten präoperativen Röntgenaufnahme und aus der ersten postoperativen Röntgenaufnahme, die vier bis sechs Wochen nach der Operation im Stehen angefertigt wurde.

1. KORREKTURWINKEL und ÄTIOLOGIE der SKOLIOSE

Im Patientengut fanden sich 33 idiopathische, 8 paralytische und eine kongenitale Skoliose. Bei den idiopathischen Skoliosen ließ sich ein operativer Korrekturgewinn von 20 Grad (29 %), bei den paralytischen ein Gewinn von 21,5 Grad (27,5 %) erzielen. Die präoperativen Winkel betrugen 68,8 Grad bei den idiopathischen bzw. 78,2 Grad bei den paralytischen Skoliosen. Der bei den Nachuntersuchungen festgestellte Korrekturverlust betrug bei den idiopathischen Skoliosen 9 Grad (13 %), bei den Lähmungsskoliosen 12 Grad (9,3 %). Abb. 5 zeigt den etwas

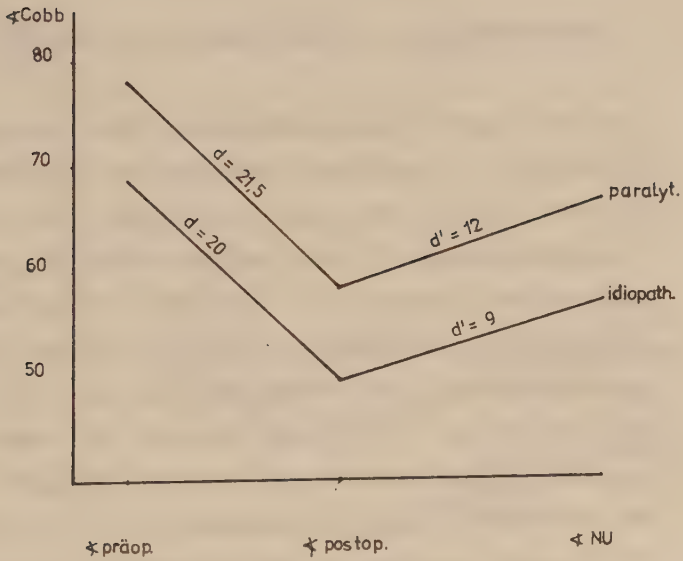


Abb.: 5 Skoliosewinkel vor der Operationsvorbereitung, unmittelbar postoperativ und bei der Nachuntersuchung bei 32 idiopathischen und 9 Lähmungsskoliosen.

d = Korrekturgewinn durch die Operation,

d' = postoperativer Korrekturverlust,

NU = Nachuntersuchung.

stärkeren Korrekturverlust bei den Lähmungsskoliosen.

2. KORREKTURWINKEL und LOKALISATION der SKOLIOSE

Im Krankengut der orthopädischen Klinik ließen sich 24 thorakale, 5 kombiniert dorsolumbale, 9 dorsolumbale und 4 lumbale Skoliosen feststellen. Aus der Abb. 6 ist ersichtlich, daß sich bei den kombiniert dorsolumbalen Skoliosen mit 27,6 Grad (38,4 %) das beste operative Korrekturergebnis erzielen ließ. Der Korrekturverlust bei der Nachuntersuchung lag jedoch hier mit 11 Grad (15,3 %) am höchsten. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich bei den lumbalen Skoliosen. Bei einem anfänglichen Korrekturgewinn von 31,7 Grad (37 %) ergab sich bei der Nachuntersuchung ein Verlust von 9,5 Grad (11 %). Die thorakalen Skoliosen zeichneten sich demgegenüber durch geringere Korrekturgewinne mit 15,3 Grad (21,7 %) bei relativ niederen Korrekturverlusten mit 6,7 Grad (9 %) aus. Analog verhielten sich die dorsolumbalen Formen mit 20,3 Grad (31,3 %) Gewinn bei der Operation und 8,4 Grad (13 %) Verlust bei der Nachuntersuchung. Abb. 6

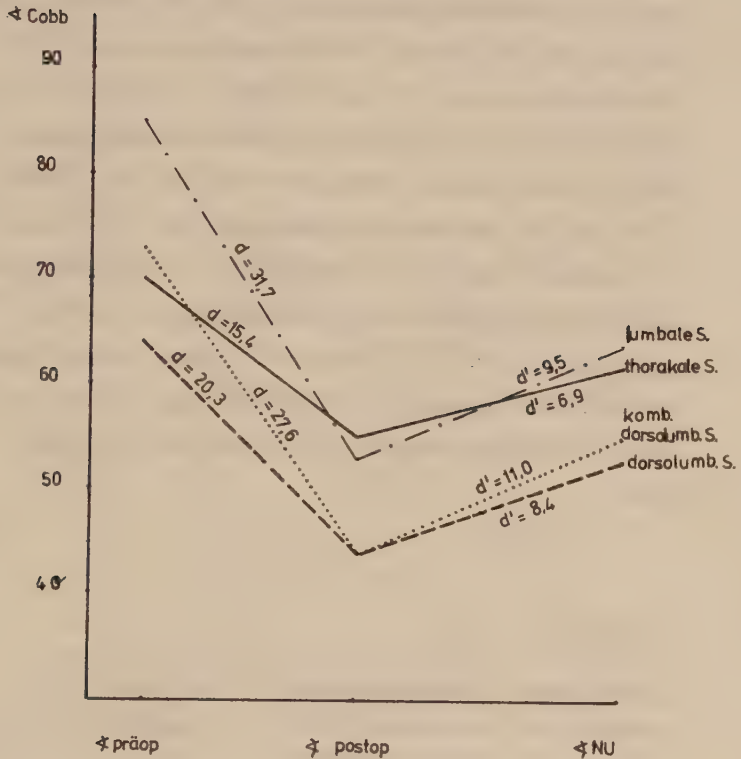


Abb.: 6 Skoliosewinkel vor Behandlungsbeginn, unmittelbar postoperativ und bei der Nachuntersuchung bei 4 lumbalen, 24 thorakalen, 5 kombinierten dorsolumbalen und 9 dorsolumbalen Skoliosen.

d = Korrekturgewinn durch die Operation

d' = postoperativer Korrekturverlust

3. KORREKTURWINKEL und SCHWEREGRAD der SKOLIOSE

Nach dem Ausmaß der Verbiegung wurde die Skoliose nach Schweregraden unterteilt. (Tab.I) 23 Skoliosen fielen auf die erste, 15 auf die zweite und 4 auf die dritte Gruppe. In der Gruppe I wurden mit 17,7 Grad (30,1 %) die prozentual besten Ergebnisse erzielt. Hier zeigten sich aber auch mit 10,8 Grad (18,5 %) die höchsten Korrekturverluste. In Gruppe II erreichte man mit 22 Grad (27 %) gute Korrekturergebnisse bei mittleren Korrekturverlusten von 6,8 Grad (8,3 %). In Gruppe III fanden sich nur geringe Korrekturverluste (3,2 Grad bzw. 2,9 %) bei guten Korrekturgewinnen (24,2 Grad bzw. 22,2 %) Abb. 7

Tabelle I

Schweregrad	Krümmungswinkel	Zahl der Fälle
I	bis 70 Grad	23
II	71-99 Grad	15
III	über 100 Gr.	4

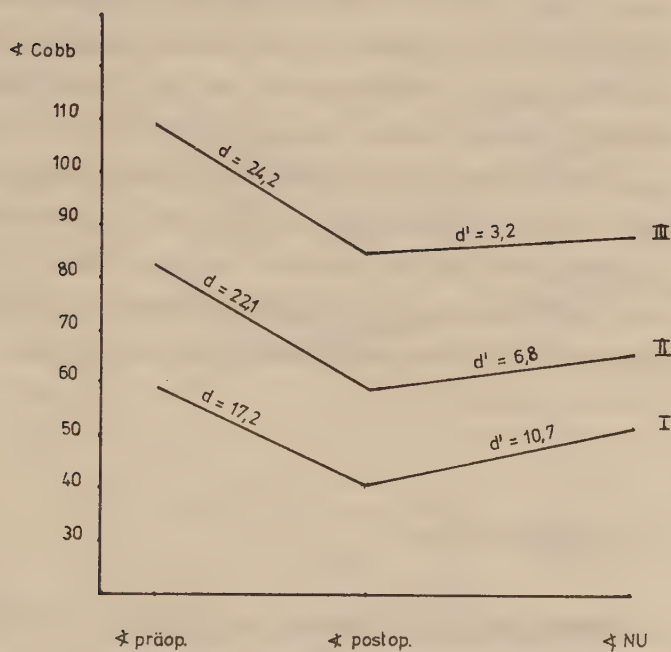


Abb.: 7 Skoliosewinkel vor Behandlungsbeginn, unmittelbar nach der Operation und bei der Nachuntersuchung in Relation zum Schweregrad der Verkrümmung.

d = Korrekturgewinn durch die Operation

d' = postoperativer Korrekturverlust

NU = Nachuntersuchung

4. KORREKTURWINKEL und RISSER-ZEICHEN

Bei 14 Patienten befand sich das Wirbelsäulenwachstum im Abschluß (RISSER'sches Zeichen positiv), bei 28 Patienten war das RISSER-Zeichen noch negativ. Die Abb. 8 läßt erkennen, daß bei nahezu gleichem Ausgangswinkel durch die Operation fast ebenbürtige Korrekturen von 18,7 Grad (RISSER negativ) bzw. 22,2 Grad (RISSER positiv) erzielt werden konnten. Im weiteren Verlauf zeigt sich jedoch eine stärkere Divergenz beider Kurven, da die RISSER negativen Skoliosen einen durchschnittlichen Korrekturverlust von 10,2 Grad (14 %), die Skoliosen mit nahezu abgeschlossenem Wirbelsäulenwachstum nur einen Korrekturverlust von 4,5 Grad (4,2 %) erlitten. Abb. 8

5. GESAMTERGEBNISSE

Bezogen auf die Gesamtzahl von 42 operierten Patienten ergab sich ein mittlerer Krümmungswinkel vor der Operation von 70,9 Grad. Operativ konnte eine durchschnittliche Korrektur von 19,5 Grad (27,5 %) erzielt werden. Bei den Nachuntersuchungen ergab sich ein Korrekturgewinn von 11,6 Grad (16,3 %). Der Korrekturverlust betrug demnach im Mittel 7,9 Grad (11 %) Abb. 9

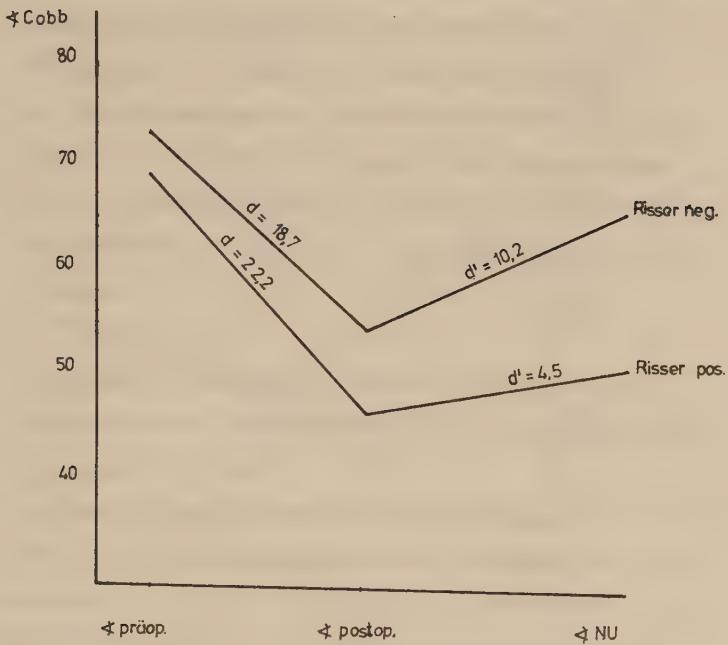


Abb.: 8 Skoliosewinkel vor Behandlungsbeginn, unmittelbar nach der Operation und bei der Nachuntersuchung bei 14 Patienten mit positivem Risser-Zeichen und 28 mit negativem Risser-Zeichen.

d = Korrekturgewinn durch die Operation

d' = postoperativer Korrekturverlust

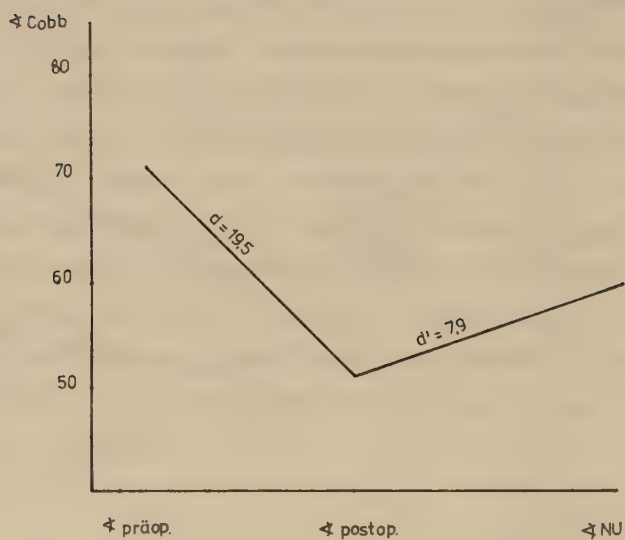


Abb.: 9 Skoliosewinkel bei 42 operierten Patienten prä-, postoperativ und bei der Nachuntersuchung.

d = Korrekturgewinn durch die Operation

d' = postoperativer Korrekturverlust

Zusätzlich zum Krümmungswinkel der Skoliose wurde noch der Rotationswinkel des Scheitelwirbels vor und nach der Operation bestimmt. Dabei orientiert man sich nach der seitlichen Verschiebung des Dornfortsatzes oder besser an der Bogenwurzel im a - p Röntgenbild. (BERGK 1974) Dabei zeigte sich, daß bei der Verwendung des HARRINGTON-Stabes die Rotation der Wirbelkörper und damit der Rippenbuckel nicht zu verbessern waren. Der durchschnittliche Rotationswinkel betrug prä- und postoperativ ca. 35 Grad.

Abbildung 10 und Abb. 11 zeigen den Verlauf des besten und des schlechtesten Operationsergebnisses an unserer Klinik.

Das beste Ergebnis wurde beim Patienten K.Y. geb. 1.1.1957 erzielt. Er hatte eine rechtskonvexe LWS-Skoliose nach einer Polyomyelitis; der Winkel betrug 92 Grad. Die Neutralwirbel befanden sich in Th 10 und in L 4, der Scheitelwirbel war in L 1 zu finden. Er wurde mit 14 Jahren operiert, die Darmbeinkammappophyse war bereits verwachsen. Bei der Operation wurde der Distraktionsstab in Th 8 eingesetzt und auf dem "sacral bar" abgestützt. Versteift wurde von Th 4 - S 1. Es wurde intraoperativ ein Korrekturgewinn von 40 Grad erreicht, der Korrekturverlust betrug 30 Monate nach der Operation nur 3 Grad. Abb. 10

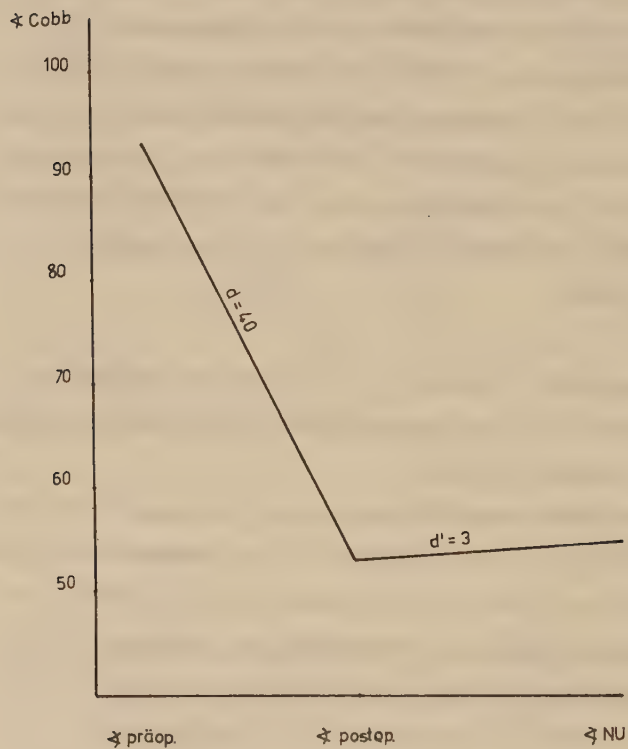


Abb.: 10 Verlauf der Behandlung beim Patienten K.Y.

30 Monate nach der Operation (NU) nur ein Korrekturverlust von 3 Grad.

d = Korrekturgewinn durch die Operation

d' = postoperativer Korrekturverlust

Das schlechteste Ergebnis wurde beim Patienten S.G. geb. 7.1.1956 erzielt. Er hatte eine linkskonvexe BWS-Skoliose von 60 Grad nach einer Meningitislähmung. Der Scheitelwirbel befand sich in Th 9, die Neutralwirbel in Th 4 und L 1. Der Patient war bei der Operation 16 Jahre alt, die Darmbeinkammaphyse voll verwachsen. Obwohl Fusionsstrecke (Th 3 bis L 4) und Sitz der "hooks" (Th 3 und L 1) ausreichend waren, konnte während der Operation kein Korrekturgewinn erzielt werden. Bei der Nachuntersuchung verzeichneten wir eine weitere Zunahme der Krümmung um 22 Grad, was wahrscheinlich auf eine Pseudarthrose zurückzuführen ist. Abb. 11

6. KOMPLIKATIONEN

Neben sieben geringfügigen Wundheilungsstörungen und Druckulzera durch schlechte Lagerung in der Gipsliegenschale mußte in zwei Fällen wegen tiefgreifender Infektionen der HARRINGTON-Stab frühzeitig entfernt werden. Die Infektionen konnten im weiteren Verlauf durch Saug-Spül-Drainagen mit vorher getesteter Antibiotikabeigabe und gleichzeitiger Ruhigstellung im Gipskorsett mit Kopfteil beherrscht werden. In beiden Fällen mußten nur geringe Korrekturverluste von 2 bzw. 5 Grad hingenommen werden.

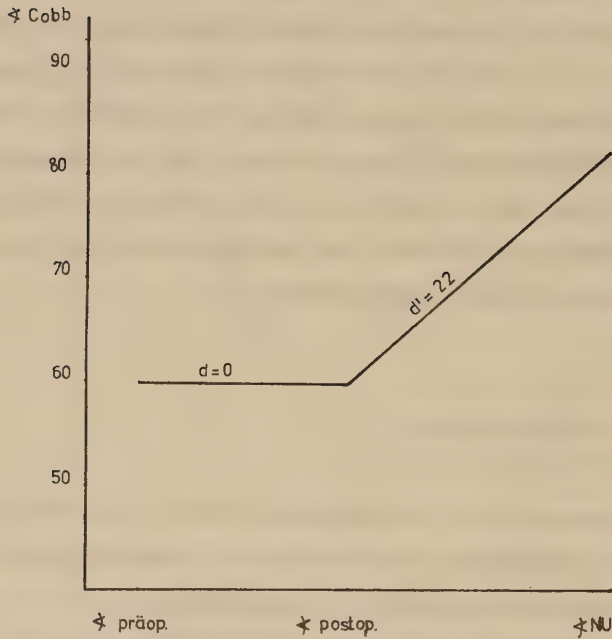


Abb.: 11 Verlauf der Behandlung beim Patienten S.G.
Operativ konnte kein Korrekturgewinn erzielt werden. Der weitere Verlust von 22 Grad (d') beruht wahrscheinlich auf einer Pseudarthrose.

In sechs Fällen brach intraoperativ der kraniale, in zwei Fällen der kaudale "hook" aus. In diesen Fällen wurde der "hook" anschließend unter bzw. oberhalb des Neutralwirbels eingehängt. In vier Fällen blieb hierbei der Korrekturverlust unter 6 Grad, in den drei anderen Fällen sahen wir Korrekturverluste von 12, 13 und 16 Grad. Bei einem Patienten kam es bei der Präparation der Laminae zu einer Pleuraverletzung. Die Pleura konnte durch direkte Naht und Aufsteppen eines Muskellappens so verschlossen werden, daß keine weiteren Komplikationen auftraten. In einem Fall wurde postoperativ ein Subileus beobachtet.

Insgesamt zweimal sahen wir nach 18 bzw. 23 Monaten Stabbrüche. Vor dem Stabbruch hatten diese Patienten geringe Korrekturverluste von 7 bzw. 3 Grad. Nach Abbruch der Distraktionsstäbe zeigten sich erhebliche Korrekturverluste.

Todesfälle oder postoperative Lähmungen haben wir bei unserem Patientengut nicht beobachtet.

DISKUSSION

OPERATIONSSALTER

Über das optimale Operationsalter bei Versteifungsoperationen mit und ohne Harringtoninstrumentarium gehen die Meinungen immer noch weit auseinander, denn das Kernproblem ist noch nicht gelöst. Man kann nicht mit Sicherheit voraussagen, ob und zu welchem Zeitpunkt und wie stark sich eine Skoliose verschlechtern wird. (MAU 1959) SCHEIER (1968) sieht den idealen Zeitpunkt für eine Spondylodese in den meisten Fällen im Anfang des pubertären Wachstumsschubes, da zu diesem Zeitpunkt die Krümmungen noch nicht so stark sind und die Wirbelsäule wesentlich beweglicher ist. Hier könnten nach SCHEIER optimale Korrekturen erreicht werden. Vor dem pubertären Wachstum zu spondylieren vermeidet er wegen der damit verbundenen Wachstums hemmung.

MEZNIK (1971) berichtet über eine deutlich schlechtere Korrigierbarkeit von Skoliosen bei Patienten, die über 16 Jahre alt waren. GAUBERT et al (1971) berichten von guten Ergebnissen bei idiopathischen Skoliosen die mit dem HARRINGTON-Instrumentarium operiert wurden und zwischen 13 und 16 Jahre alt waren.

Alle Autoren sind sich darüber einig, daß bei älteren Patienten (über 17 Jahre) die Korrekturergebnisse bei Spondylodese nicht mehr optimal sind. Eine Operation vor dem 10. Lebensjahr hingegen ist immer noch umstritten. HIBBS gilt als Verfechter einer Frühversteifung - er spondylodiert Säuglings skoliosen schon im 2. Lebensjahr - und auch HARRINGTON verwendete sein Instrumentarium, jedoch ohne zusätzliche Fusion, bei einem sechsjährigen Patienten. Doch die meisten seiner Patienten in den ersten drei Operationsgruppen waren über 12 Jahre alt. (HARRINGTON 1962)

Es konnte nachgewiesen werden, daß der versteifte Wirbelsäulenabschnitt, wenn auch langsam, am Längenwachstum teilnimmt. (MEZNIK 1971)

RISSER (1958) machte folgende Beobachtungen: "Das Wachstum der Wirbelsäule geht nach Spondylodese bei Kindern zu Lasten des Intervertebralspaltes. Zusätzlich verlängert sich auch dauernd die Masse der versteiften Wirbelbögen in gleichem Maße, wie das Wachstum der Wirbelkörper. (RISSER 1958)

Auch bei Verwendung des HARRINGTON-Stabes sollte man das Ende des pubertären Wachstumsschubes abwarten, da bei einer noch wachsenden Wirbelsäule die Distraktionswirkung in kurzer Zeit aufgehoben wäre. Dies könnte eine Erklärung für die geringeren Korrekturverluste bei Patienten mit positivem RISSER-

Zeichen in unserem Krankengut sein. Auch DICKSON und HARRINGTON (1973) haben darauf hingewiesen, daß Skoliosen mit noch negativem RISSER-Zeichen die schlechteren Ergebnisse zeigen, da noch weiteres postoperatives Wachstum der Wirbelsäule möglich ist. Bei diesen Patienten ist die Überwachung und gegebenenfalls eine Nachstellung des postoperativen Korsetts besonders wichtig.

In Veröffentlichungen von MORSCHER (1970) wird das Operationsalter bei HARRINGTON-Operation mit 12,7 bis 14,4 und bei SCHEIER (1968) mit 11,8 bis 16,3 Jahren angegeben. Bei den Patienten an unserer Klinik betrug das durchschnittliche Operationsalter 14,9 Jahre.

OPERATIONSINDIKATION

Jede nicht mit konservativen Mitteln beeinflussbare Skoliose stellt eine Operationsindikation dar. "Gleitet im Verlauf des Wachstumalters eine konservativ behandelte Skoliose in eine dekomensierte Form hinein, d.h. es kommt zur Zunahme der Verkrümmungen, zur Verminderung der Körperhöhe und zum Auftreten statischer Insuffizienzerscheinungen, so müssen wir uns bei dieser Gruppe im klaren sein, daß wir mit rein konservativen Maßnahmen höchstens eine leichte Bremsung der Progredienz erreichen können, aber nie ein gutes Dauerergebnis zu erzielen

len in der Lage sind." (BUCHER 1964)

Eine Progredienz fällt immer mit den Wachstumsschüben der jugendlichen Patienten zusammen und kann durch regelmäßige, vergleichende Röntgenaufnahmen mit genauer Winkelmessung festgestellt werden. Dabei ist darauf zu achten, ob die Darmbeinkammaphyse schon verschlossen ist oder nicht. Solange diese offen ist, (RISSER-Zeichen positiv) ist die Gefahr einer Verschlechterung der Skoliose groß, da sich die Wirbelsäule noch im Wachstum befindet. Sind die Apophysen verwachsen, kann man mit großer Sicherheit annehmen, daß das Längenwachstum der Wirbelsäule abgeschlossen ist. (RISSER 1958) Abb.3

HIRSCH (1973) stellt folgende Operationsindikationen:

1. Thorakale Skoliosen mit mindestens 50 Grad und nachgewiesener Progredienz,
2. Schwere Biegungen bei älteren Patienten, bei denen röntgenologisch nachgewiesen wurde, daß die Biegung aufrichtbar ist und
3. lumbale Biegungen von 60 Grad und mehr, bei denen über mehrere Jahre Progredienz zu erwarten ist.

MORSCHER (1974) macht die Indikation außer von der Ätiologie, dem Alter und dem Schweregrad auch noch von der Ausdehnung der Skoliose, ihrer Lokalisation und ihrer individuellen Progredienzneigung abhängig.

MATZEN operiert Skoliosen, die innerhalb von drei Monaten um fünf Grad und mehr zunehmen.

HARRINGTON (1964) fertigt eine Ganzkörper a - p Röntgenaufnahme an, bestimmt anhand dieser die Neutralwirbel, zählt die Wirbel innerhalb dieser aus und mißt die Skoliose nach der Methode von COBB. Er dividiert dann den gefundenen Winkel durch die Zahl der Wirbel der Krümmung unter Einschluß der beiden Neutralwirbel und erhält so eine Konstante, die HARRINGTON-FAKTOR genannt wird. Ist dieser Faktor größer als fünf, so ist nach HARRINGTON eine Operation indiziert.

Bei normalen Bewegungen der Wirbelsäule übersteigt dieser Quotient normalerweise nicht den Wert 1,5 - 2. Ist der Faktor bei einem Skoliotiker kleiner als fünf oder kann durch äußere Einwirkung unter fünf und bis zum Wachstumsabschluß gehalten werden, so kann diese Skoliose mit konservativen Mitteln behandelt werden. (BAUMANN 1971)

Weitere wichtige Indikationen für eine Skoliose-schienung sind paralytische und schmerzhafte Skoliosen, ebenso Verbiegungen mit einer starken Krümmung die aus wenigen Segmenten besteht. (maligne Skoliosen)

Als KONTRAINDIKATIONEN gelten neben schlechtem Allgemeinzustand prognostisch ungünstige Neben- und Nervenleiden, Lähmungen und Versteifungen der Hüftgelenke, mangelnde Mitarbeit des Patienten oder der

Eltern skoliotischer Kinder sowie mangelnde ständige postoperative Überwachung. (MAU 1959)

GAUBERT et al (1971) bezeichnen als Hauptkontraindikation für das HARRINGTON-Instrumentarium eine überstarke Kyphose. Daneben stellen auch eine Hyperlordose und schlechte Aufrichtbarkeit der Skoliose eine Kontraindikation dar.

OPERATIONSNACHBEHANDLUNG

Wichtig für den Erfolg einer Skolioseoperation ist eine gute postoperative Behandlung. HARRINGTON (1963) beschreibt bei relativ kurzen postoperativen Liegezeiten von ca. 6 - 8 Wochen noch hohe Korrekturverluste, die bei einer Ausdehnung auf 14 Wochen stark zurück gingen. BAUMANN (1971) hält eine Liegezeit von drei Monaten für das Minimum. Technische Verbesserungen der Operation erlauben allerdings heute günstigere Resultate bei Frühmobilisation.

Unsere Liegezeit beträgt ca. sechs Wochen, wir halten aber selbst diese für noch zu lange, da es unseres Erachtens keine so exakt angepasste Gipschale gibt, die die operative Korrektur halten kann. Andererseits wird durch lange Liegezeiten die Rückenmuskulatur atrophisch, die dann bei

der Mobilisation des Patienten das Korrekturergebnis nicht zu halten vermag.

VORTEILE und GRENZEN der METHODE, KOMPLIKATIONEN

Der Hauptvorteil der Verwendung des HARRINGTON-Distraktionsstabes besteht in der Möglichkeit der intraoperativen Distraction und der verbesserten postoperativen Fixation. MORSCHER (1971) sieht einen weiteren wichtigen Vorteil, daß sich durch die Verwendung des Distraktionsstabes die Altersgrenze für die Operation nach oben erweitern läßt. Allgemein sind sich alle Autoren darin einig, daß sich durch die HARRINGTON-Operation die gesamte Behandlungsdauer abkürzen läßt. Zusätzlich wird ein geringerer postoperativer Korrekturverlust erwartet. (BAUER 1970)

Die Grenzen der Methode liegen darin, daß durch die Distraction hohe Druckwerte frei werden, welche über die "hooks" von den Wirbelbögen abgefangen werden. So verzeichneten wir nicht weniger als 10 Hakenausrisse in unserem Operationsgut. Auch andere Autoren KYSELKA et al (1972), SCHEIER (1968) und GÖTZE (1971) beschrieben Hakenausrisse. Besonders die Wirbelgelenke im oberen Thorakalbe-

reich halten den hohen Druckwerten oft nicht stand. GOETZE (1971) setzt oberhalb von Th 5 den kranialen Distraktionshaken nicht in das Wirbelgelenk ein, sondern führt ihn um den Wirbelbogen herum, da er im oberen Thorakalbereich öfters intraoperative Frakturen der Gelenkfortsätze sah. Ebenfalls kann es durch die hohen Drucke, die auf den Stab einwirken, zu Stababrüchen kommen, wie sie HIRSCH (1971), SCHEIER (1968) und andere Autoren beschrieben haben. Aus diesem Grunde gehen heute immer mehr Operateure (HIRSCH, GÖTZE u.a.) dazu über, die Kräfte, die bei der Distraktion ausgeübt werden, zu messen. CORTEL (zit. b. GÖTZE) verwendet daher ein speziell angefertigtes Distraktionsgerät mit einem Druckmesser und distrahiert maximal bis zu einem Druck von 30 kp. (GÖTZE 1971)

HIRSCH (1971) verwendete HARRINGTON-Stäbe mit Belastungsmaßstäben und führte Messungen bis zu 24 Stunden nach der Operation durch. Dabei traten beim Sitzen und Stehen der Patienten Belastungen um 20 kp auf. ZIELKE (1972, 1973) entwickelte einen mit einem Dynamometer versehenen outrigger. Um aber auch die mit der Spreizzange angewandten Endkorrekturdrucke nach Entfernen des outriggers und beim Einsetzen des Distraktionsstabes frei werdenden Kräfte messen zu können, konstruierte er ein Gerät, mit dem man die durch die Spreiz-

zange erreichten Drucke messen kann.

Experimentell belegte Angaben über die Druckwerte stammen von NACHEMSON und ELFSTRÖM (1971). Nach diesen Untersuchungen sollen die Höchstwerte bei der Distraction 30 - 40 kp nicht übersteigen.

Interessant ist, daß durch postoperatives Heben und Drehen, sowie bei Husten und Erbrechen, besonders in der Aufwachphase, Druckschwankungen von ungefähr 20 kp auftreten können. Weiter konnten NACHEMSON und ELFSTRÖM zeigen, daß schon 60 Minuten postoperativ ein Druckabfall bis 11 kp auftreten kann und daß bis zum zweiten Tag nach der Operation ein Druckabfall bis auf ein Drittel der intraoperativ gemessenen Werte erreicht wurden. Daraus muß die Forderung nach einer möglichst frühzeitigen postoperativen Korsettversorgung mit Kinnstütze abgeleitet werden.

Außer Hakenausriß und Stabbruch werden weitere Komplikationen wie Duraverletzungen, Pleuraverletzungen, neurologische Ausfälle - selten totale Querschnittssyndrome - und auch ein reflektorischer Herzstillstand beschrieben. (GÖTZE et al 1971, KYSELKA et al 1972, HARRINGTON 1962)

MORSCHER (1971) beobachtete in zwei Fällen postoperativ starkes Erbrechen mit Subileuserscheinungen. Er führt dies auf eine beträchtliche und rasche Distraction der Skoliose mit einer dadurch beding-

ten abnormen Dehnung des prävertebralen autonomen Nervengeflechtes zurück.

M. LANGE (1968) hat vor allem vor erhöhter Infektionsgefahr bei Implantation so großer Fremdkörper gewarnt. Heute glauben wir jedoch, daß durch verbesserte Asepsis diese Komplikation relativ gering gehalten werden kann und bei Auftreten durch gezielte Antibiotikagabe gut beherrschbar ist. Wenn der Stab entfernt werden muß, läßt sich die Korrektur durch sorgfältige Gipsbehandlung weitgehend erhalten.

Die Angaben über Pseudarthrosen schwanken in der Literatur je nach Untersuchungstechnik. Werden Schrägaufnahmen gemacht, lassen sich Pseudarthrosen relativ häufig aufdecken. Um die Strahlenbelastung gering zu halten, haben wir routinemäßig auf derartige Aufnahmen verzichtet. Ein Teil unserer höheren Korrekturverluste läßt sich wahrscheinlich auf Pseudarthrosen zurückführen.

Nach MAU (1959) treten Pseudarthrosen am häufigsten im zweiten halben Jahr nach der Operation auf. Bei Korrekturverlusten von zehn Grad und mehr nach der Korsettentwöhnung besteht nach MAU immer der Verdacht auf eine Pseudarthrose.

KOMPRESSIONSSTAB

Die Verwendung des Kompressionssystems wurde größtenteils wieder aufgegeben. (MICHEL 1963, STAGNARA, zit. n. SCHEIER 1967, MORSCHER 1971, NACHEMSON und ELFSTRÖM 1973). Da dieses Instrument fast keine Korrekturwirkung ausübt und die lordotische Komponente verstärkt werden kann, wurde bei uns deshalb auf das Kompressionssystem verzichtet, dessen zusätzliche Verwendung außerdem für den Patienten einen noch größeren operativen Eingriff mit noch höherer Infektionsgefahr bedeutet.

Die wesentlichen Nachteile einer Operation mit dem Kompressionssystem faßte SCHEIER zusammen:

1. Bei starken Krümmungen kommt die Druckrichtung des Kompressionssystems sehr nahe an den Krümmungsscheitel zu liegen und kann dementsprechend keine sehr große Korrekturwirkung ausüben.
2. Bei den meisten Skoliosen handelt es sich um eine Deformierung der Wirbelsäule mit lordotischer Komponente. Durch das Anlegen einer komprimierenden Kraft dorsal der Bewegungsachse für Extension-Flexion der Wirbelsäule muß diese lordotische Komponente verstärkt werden.
3. Die Querfortsätze, die als Ansatzstellen der Kompressionshaken gebraucht werden, halten weni-

ger großen Kräften stand als die Gelenkfortsätze im Thorakalbereich und die Wirbelbögen im Lumbalbereich, die für die Distraktionshaken verwendet werden.

4. Durch den Kompressionsstab wird ein erheblicher Teil des Platzes eingenommen, den wir dem spongiösen Knochenmaterial reservieren möchten.

Damit setzt das Kompressionssystem die Chancen einer möglichst rasch eintretenden soliden Spondylodese eher herab. Dies ist für SCHEIER der wichtigste Punkt für das Weglassen des Kompressionssystems. (SCHEIER 1968) Auch MORSCHER (1972) meint, daß das Kompressionssystem nur eine geringe Korrektur bewirken kann, daß es sich aber zur Verbesserung der Torsion nützlich erweisen kann.

VERGLEICH mit den OPERATIONSERGEBNISSEN anderer AUTOREN

Ein direkter Vergleich der Operationsergebnisse der verschiedenen Autoren ist schwierig, da unterschiedliche lange Beobachtungsdauer, verschiedene Meßmethoden (FERGUSON - COBB), unterschiedliche Aufnahmetechniken (Steh- Liegeaufnahmen) und oft nur eine Prozentangabe der Ergebnisse einen Vergleich fast unmöglich machen. An der orthopädischen Klinik in München wurde lediglich der HARRINGTON-DISTRAKTIONSSTAB zur besseren Fixation der Wirbelsäu-

le eingesetzt; die schon vorher praktizierte konvexe Spondylodese wurde beibehalten.

Der Vergleich mit anderen Operationsergebnissen zeigt, daß in der DGOT-Sammelstatistik des Arbeitskreises Skoliose bei 18 schweren idiopathischen Skoliosen 48% und bei 30 schweren paralytischen Skoliosen 40% Korrekturgewinn erreicht wurden und die Korrekturverluste mit 6% bzw. 8% nicht stark differieren. SCHEIER (1968) verzeichnet bei 27 idiopathischen wie auch bei 14 paralytischen Skoliosen annähernd die gleichen Korrekturgewinne (47%), während MORSCHER (1971) bessere Ergebnisse bei den paralytischen Skoliosen (81% Korrekturgewinn) erreicht hatte, hier aber auch besonders starke Korrekturverluste hinnehmen mußte (39%).

Bei den idiopathischen Skoliosen verzeichnete er 62% Gewinn mit anschließendem Korrekturverlust von 24%. In München erreichte man 29% Korrekturgewinn bei den idiopathischen und 27% Gewinn bei paralytischen Skoliosen. Der Korrekturverlust betrug bei den Nachuntersuchungen 13% bzw. 9,3%.

Tab. II und III

Aus den Ergebnissen von HARRINGTON (Gruppe IV, 1966 - 1968) geht hervor, daß bei den thorakalen Skoliosen zwar geringere Korrekturgewinne, (65%) aber auch geringere Korrekturverluste (11%) auftreten. HARRINGTON hat bei den lumbalen Formen bei

VERGLEICH mit anderen OPERATIONSERGEBNISSEN

Tab.: II idiopathische Skoliosen

Autor	Zahl	↳ präop.	↳ postop.	↳ Korr.gew. %	↳ NU	↳ Korr.verl. %
SCHEIER 1968	27	76	40	36 47%	--	--
MORSCHER 1971	9	61	23	38 62%	38	15 24%
DGOT 1975 x	18	116	60	56 48%	67	7 6%
MÜNCHEN	33	68,8	48,8	20 29%	57,8	9 13%

Tab.: III paralytische Skoliosen

Autor	Zahl	↳ präop.	↳ postop.	↳ Korr.gew. %	↳ NU	↳ Korr.verl. %
SCHEIER 1968	14	88	46	42 47,7%	--	--
MORSCHER 1971	16	93	17	76 81 %	54	37 39%
DGOT 1975 x	30	120	72	48 40 %	76	4 8%
MÜNCHEN	8	78,2	56,7	21,5 27 %	68,7	12 9%

x= DGOT Sammelstatistik Arbeitskreis Skoliose

hier nur schwere Skoliosen über 100 Grad Cobb erfaßt

guten Korrekturgewinnen (66%) starke Verluste verzeichnen müssen (27%). Bei den thorakolumbalen Skoliosen erreicht er die größten Korrekturgewinne (68%) bei nur geringen Verlusten (13%)

Tab. IV

Auch bei unserem Patientengut stellten wir fest, daß bei relativ starren thorakalen Skoliosen bei geringen Korrekturgewinnen (21%) auch geringe Korrekturverluste nachgewiesen wurden und bei den lumbalen Skoliosen stärkere Korrekturverluste (9,5 Grad) bei guten Korrekturgewinnen (31,7 Grad) auftraten. Abb. 6

GÖTZE (1971) erreichte bei Skoliosen vom Schweregrad I mit 35% Korrekturgewinn ein ähnliches Bild wie wir in München (30%), er erzielte aber bei den Skoliosen mit Schweregrad II und III mit 59% bzw. 41% Korrekturgewinn bessere Ergebnisse als wir in München. Götze machte keine Angaben über spätere Korrekturverluste.

Aus der Tabelle V geht hervor, daß bei Korrekturgewinnen bis zu 65% wie HARRINGTON sie verzeichnete (Operationsgruppen I - IV, 1961 - 1968) auch die größten Korrekturverluste (28%) auftreten. Bei den Ergebnissen von MORSCHER (1971) zeigt sich, daß eine Modifikation der Operationsmethode, auf die anschließend noch eingegangen wird, eine weitere Verbesserung der Operationsergeb-

VERGLEICH mit anderen OPERATIONSERGEBNISSEN

Tab.: IV

Ergebnisse von HARRINGTON (Gruppe IV) von 1966 - 1968, bezogen auf die Lokalisation der Skoliose. (Winkel in Grad COBB)

Lokalisation	Zahl	4präop.	4postop.	4Korr.gew. %	4NU	4Korr.ver. %
thorakal	45	61,5	21	40,5 65%	28,5	7,5 11,4%
lumbal	8	51,5	17,5	34 66%	31,5	14 27,2%
thorakolumbal	29	59,5	19	40,5 68%	27	8 13,4%

J.H. DICKSON und P.R. HARRINGTON : The Evolution of the Harrington Instrumentarium
Technique in Scoliosis

J. Bone Jt Surg. Vol. 55A No.5 (1973)

VERGLEICH mit anderen OPERATIONSERGEBNISSEN

Tab.: V Gesamtergebnisse

Autor	Zahl	↳präop.	↳postop.	↳Korr.gew. %	↳NU	↳Korr.verl. %	
MORSCHER	5	88	31,4	56,6 64%	36,6	5,2 5,6%	x_1
MORSCHER	33	83,3	42,4	40,9 49%	52,4	10,0 12 %	
GÖTZE	35	83,8	47,6	36,2 43%	54,5	6,9 8,1%	x_2
SCHEIER	31	80,5	37,5	43,0 53%	43,0	5,5 6,9%	
HARRINGTON	327	61,5	21,2	40,3 65%	38,0	17,0 28,2%	x_3
MÜNCHEN	42	70,9	51,4	19,5 27%	59,3	7,9 11,2%	

x_1 = HARRINGTON-Stab plus seitlicher Drahtzug

x_2 = 35 Krümmungen bei 30 Patienten

x_3 = alle Operationsergebnisse von 1961-1968

(Gruppe I bis IV)

nisse bringen kann. Durch den seitlichen Drahtzug nach COTREL verzeichnet er nur Verluste von 5,6% bei einem Korrekturgewinn von 64%.

Ohne diese Verbesserungsmethode erreichte MORSCHER bei 33 Skoliosen Korrekturgewinne von 49% bei anschließenden Korrekturverlusten von 12%.

GÖTZE und SCHEIER erzielten annähernd gleiche Ergebnisse. Sie verzeichneten bei intraoperativen Korrekturen von 54% bzw. 43% bei ihren Nachuntersuchungen Korrekturverluste von 6,9% bzw. 5,5%.

In München erreichten wir bei 42 Skoliosen Korrekturgewinne von 27% mit späteren Korrekturverlusten von 11%. Tab. V

KORREKTURVERLUSTE und VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE

Nach der Literatur ist ein Korrekturverlust erst dann von Bedeutung, wenn die Winkeldifferenz der postoperativen Röntgenaufnahme und der nach einem Jahr angefertigten Kontrollaufnahme mehr als zehn Grad beträgt. (GÖTZE 1971, KYSELKA et al 1972)

SCHEIER (1968) führt große Korrekturverluste auf das Ausklingen des oberen Haken zurück. Auch unseres Erachtens können größere Korrekturverluste, falls es zu keinem postoperativen Stababbruch oder

Wachstum der Wirbelsäule kommt, durch Hakendislokation oder durch eine ungenügende Spondylodese erklärt werden. Der schwächste Punkt des Verfahrens ist der Ort der Hakenimplantation. Dislocationen kommen durch Knochenarrosionen oder Abrutschen des Hakens zustande. Die Arrosion ist nur durch eine konsequente Entlastung (Korsett und Kinnstütze) zu vermeiden. Das Abrutschen des Hakens kann durch einen COTREL-Gips (EDF-Technik) oder, wie SCHEIER (1968), COTREL, MORSCHER (1971) angeben, durch einen Cerclagedraht verhindert werden. Stellt man sich den Distraktionsstab als eine Sehne in einem Kreissegment vor, so ist klar, daß auch nur eine geringfügige Verkürzung des Stabes bei gleichbleibender Bogenlänge zu einer erheblichen Krümmungszunahme führt.

MORSCHER (1971) verzeichnet größere Korrekturverluste, je stärker die primär erreichte Korrektur war.

Die relativ höchsten Korrekturverluste beobachteten wir in München bei Skoliosen im Schweregrad I. Abb.7 Bei diesen steigt die Distraktionskraft am stärksten an, wobei gleichzeitig die Verbiegungskorrektur mit zunehmender Ausgradung abnimmt (SCHULTZ und HIRSCH 1973). Da folglich hier die höchsten Drucke frei werden, muß auch mit den höchsten postoperativen Korrekturverlusten gerechnet werden. Speziell für

diese Skoliosen gilt, intraoperativ keine exzessiven Korrekturen anzustreben.

Besonders sorgfältiger Nachbehandlung bedürfen auf Grund unserer Erfahrungen folgende Skolioseformen: lumbale Skoliosen, Skoliosen mit primär geringer Verkrümmung (Schweregrad I) und Skoliosen bei noch nicht abgeschlossenem Wirbelsäulenzwachstum.

Die schlechteren Operationsergebnisse an der orthopädischen Klinik in München lassen sich unter anderem auf die postoperative Korsettversorgung ohne Kopffixierung zurückführen. Außerdem wäre durch eine Abkürzung der postoperativen Liegeschalenbehandlung bei Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse von NACHEMSON und ELFSTRÖM eine weitere Abnahme des Korrekturverlustes zu erreichen.

Unzulänglich ist eine Versteifung nur der Konkavseite der Verkrümmung, sowie eine Spondylodese, die nur knapp von Neutralwirbel zu Neutralwirbel reicht. Auch HIRSCH führte darauf seine anfänglich schlechten Ergebnisse zurück. BARTA (1971) modifizierte die HIBBS'sche Operation, indem er konvex- und konkavseitig die Verkrümmung mit bogenförmigen Knochenstäben versteifte und damit bessere Korrekturen erreichte.

Bei den Patienten in München befanden sich die "hooks" meistens in den Neutralwirbeln, Operateure, die die

Haken ein oder zwei Wirbel ober- bzw. unterhalb der Neutralwirbel einsetzten, erzielten oft bessere Ergebnisse.

Da der Distraktionsstab nur an zwei Punkten der Wirbelsäule angreift und so die Korrektur der Skoliose fast alleine durch Zug erreicht wird, schlugen COTREL und MORSCHER (1971) eine Modifikation der Operationsmethode vor. Um den von der Gipsredression her gewohnten seitlichen Druck bzw. Zug auf den Scheitel der Skoliose zu erreichen, schlugen sie ein Dreipunkteprinzip durch Anlegen eines Zugdrahtes zwischen Wirbelsäule und Stab vor. Damit wird nicht nur ein besserer Korrekturgewinn, sondern auch ein geringerer Korrekturverlust erzielt. Einen anderen Weg zur Verbesserung hat BAUER (1973) mit der postoperativen Fixation im COTREL-Gips beschrieben. Auch LEIDER und MITARB. (1973) sahen überdurchschnittlich gute Ergebnisse, nachdem sie am 7. bis 15. postoperativen Tag einen derartigen Gips anlegten. Der Vergleich der Ergebnisse von München mit solchen Autoren, die eine innere oder äußere Dreipunktefixation anlegten, zeigt, daß auf diesem Weg die Resultate zu verbessern sind. Bei doppeltbogigen- oder auch tief sitzenden Lumbalskoliosen kann die Verwendung von zwei Distraktionsstäben lohnenswert sein (BAAKE 1973). Auch HARRINGTON und WILSON (1971) verwenden häufig mehrere Distraktions-

stäbe beim Aufrichten von schweren Skoliosen. Bei Skoliosen bei denen die Sekundärkrümmung ungefähr gleich groß wie die Primärkrümmung ist, sollten beide Biegungen versteift werden. Verschlechtert sich nämlich nach der Korsettentwöhnung die nicht versteifte Biegung, so werden stärkere Kräfte auf den spondylodesierten Teil der Wirbelsäule frei, die Krümmung nimmt zu oder die Wirbelsäule gerät aus dem Lot.

HIRSCH (1973) und GÖTZE (1971) versuchten durch eine zweizeitige Operation ihre Ergebnisse zu verbessern. HIRSCH setzte zuerst den Distraktionsstab ein und führte die Spondylodese erst nach einer Pause von mehreren Wochen durch. GÖTZE führte bei schwersten Skoliosen zuerst eine Myotomie durch und implantierte den Distraktionsstab. In einer zweiten Sitzung nach drei bis vier Wochen versteifte er die Wirbelsäule. Er verzeichnete keinen größeren Korrekturgewinn, stellte jedoch ein erhöhtes Infektionsrisiko fest. Ein zweizeitiges Vorgehen empfiehlt GÖTZE nur bei kongenitalen und doppelbogigen Skoliosen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Verwendung des HARRINGTON-Stabes bringt bessere Operationsergebnisse als eine alleinige Spondylodese, besonders auch bei älteren Patienten. Die gesamte Behandlungszeit läßt sich abkürzen, die Patienten haben nach Abklingen der Wundschmerzen keine Beschwerden.

Die Grenzen der Methode liegen einmal in der Widerstandskraft des Hakenlagers im Wirbelbogen, zum anderen in den postoperativen Korrekturverlusten durch Knochen arrosion und Hakendislokation. Zusätzliche Fixation der Haken sowie intra- und postoperative Dreipunktefixation könnten eine Verbesserung bringen. Hakenausrisse bei der Implantation des Distraktionsstabes lassen sich durch Druckmessung während der Operation eher vermeiden.

Mit besonders hohen Korrekturverlusten muß man bei Skoliosen mit noch negativem RISSER-Zeichen, bei Skoliosen mit Schweregrad I und bei dorsolumbalen und lumbalen Skoliosen rechnen.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über die operative Behandlung der Skoliose unter Verwendung des HARRINGTON-Distraktionsstabes berichtet. Die Resultate von 42 operierten Patienten mit Skoliose werden mit der Ätiologie, der Lokalisation, dem Schweregrad und dem RISSER-Zeichen diskutiert. Operationsalter, Operationsindikation, Vorteile, Grenzen und Verbesserungen der Methode werden erörtert.

LITERATUR

- ALBBE F.H. und KUSHER A.: Die Albee'sche Operation zur Behandlung der Skoliose. Surg. Gyn. Obstetr. 66 (1938) S. 797
- ÄPPLI U.: Das Ergebnis der Spondylodese bei Skoliosen Jugendlicher im Hinblick auf die Lungenfunktion. Arch. orthop. Unfall-Chir. 56 (1964) 155 - 165
- BAAKE M.: Korrekturergebnisse schwerster Skoliosen. Z. Orthop. 111 (1973) 554 - 556
- BARTA O.: Über die Ergebnisse der bei Skoliosen mit doppeltem Knochenspan verrichteten Spondylodesen. Z. Orthop. u. Grenzgeb. 105, 158 - 165
- BAUER R.: Die konservative und operative Skoliosenbehandlung. Brun's Beitr. klin. Chir. 218 (1970) 260 - 269
- BAUER R.: Das EDF-Korsett in der Behandlung der Skoliose. MOT 2/74, S. 31 - 35
- BAUMANN J.U.: Fehlhaltung und Verkrümmung der Wirbelsäule (Skoliosen) Orthop. Therapie v. George CHAPCHAL, Stuttgart Thieme Verlag 1971
- BERGK K.H.: Diagnostik der seitlichen Wirbelsäulenverbiegungen (Skoliosen). Klinikarzt, 9 1974, S. 249 - 256
- BUCHNER H.: Zur operativen Behandlung der Skoliose. Wiener klin. Wschr. 76 (1964) 715 - 721

- COBB J.R.: Outline for the Study of Scoliosis. Instruct Course Lect. 5 Am. Acad. of Orthop. 1948
- DICKSON J.H.u. HARRINGTON P.R.: The Evolution of the HARRINGTON Instrumentation Technique in Scoliosis J. Bone Jt. Surg. 55 - A No. 5 1973
- DEBRUNNER H.U.: Orthopädisches Diagnostikum. Thieme Verlag, Stuttgart 1974
- FORBES A.M.: Technique of an Operation for Spinal Fusion as Practised in Montreal. J. Orthop. Surg. 1920, Bd. 2, S. 505
- GALLOWAY H.P.H.: The Treatment of Paralytic Scoliosis by Bone Grafting. J. Orthop. Surg. 1914, Bd. 12 S. 253
- GAUBERT J., PASQUIÉ et al.: L'opération de Harrington. J. Chir. (Paris), Avril 1971, t. 101, No. 4 (405 - 414)
- GÖTZE H.G., IMMENKAMP M., MATTIASS H.H.: Die operative Behandlung der Skoliose mit dem Harrington-Instrumentarium. Z. Orthop. 109 (1971) 573 - 598
- HARRINGTON P.R.: Treatment of Scoliosis. J. Bone Jt Surg. 44 A (1962) 591 - 610
- HARRINGTON P.R.: Spine Instrumentation and Fusion Technique. March 1964; February 1973
- HARRINGTON P.R. and TULLOS H.S.: Spondylolisthesis in Children. Observations and Surgical Treatment. Clinical Orthop. and Related Research No. 79 September 1971 S. 75 - 84

- HIBBS R.A.: Report of 59 Cases of Scoliosis Treatment
by Fusion Operation. J. Bone Jt Surg. 1924 Bd. 22
- HIRSCH C.: Die Verwendung des Harrington-Stabes bei
Skolioseoperationen. Expertengespräche, 57 Kongr.
Dtsch. Ges. Orthop. Traumat. 1971 202 - 207
- JÄGER M.: Technik und Ergebnis der operativen Skoliosen-
behandlung. Wiss. Z. der Moritz-Arndt-Univ. Greifswald 20 (1971) 361
- JASTER und ZILLER R.: Beitrag zur operativen Behandlung
der Skoliose. Beitr. Orthop. 18 (1971) H. 10
- KYSELKA R., BECK O., HELLINGER I.: Erfahrungen mit der
operativen Skoliosebehandlung nach Harrington.
Beitr. Orthop. u. Traumat. 19 (1972) H. 11
- LANGE M.: Die operative Behandlung der Skoliose. Med.
Klinik Nr. 43 (1956) 1817 - 1819
- LANGE M.: Orthopädische Chirurgische Operationslehre,
Ergänzungsband. Bergmann, München 1968
- LEIDER L.L., MOE J.H., WINTER R.B.: Early Ambulation
after the Surgical Treatment of Idiopathic Scoliosis
J. Bone Jt. Surg. 55 A (1973) 1003 - 1017
- MATZEN P.F.: Die operative Behandlung der Skoliose. Wiss.
Z. der Karl-Marx-Univ. Leipzig 6 (1956) 95
- MATZEN P.F.: Probleme und Prinzipien der operativen Sko-
liosenbehandlung. Beitr. Orthop. und Traumat. (1961)
H. 10/11
- MATZEN P.F.: Lehrbuch der Orthopädie Teil II. VEB Ver-
lag Volk und Gesundheit Berlin 1967

- MAU H.: Die Wirbelversteifungsoperationen bei den Skoliosen und ihre Problematik. Arch. orthop. Unfall Chir. 51 (1959) 286 - 355
- MEHTA M.H.: Radiographic Estimation of Vertebral Rotation in Scoliosis. J. of B. and Surgery Vol. 55 B; No. 3; August 1973
- MEZNIK F.: Zur Indikation der dorsalen Spondylodese bei Skoliosen. Wiener Klin. Wschr. 83 Jg. (1971) No. 6 89 - 98
- MEZNIK F.: Beobachtungen über das Wachstum der Wirbelsäule nach Skolioseoperationen. Kleine Mitteilungen aus der Orthop. Univ. Klinik Wien
- MORSCHER E.: Möglichkeiten und Grenzen der Methode nach Harrington in der operativen Skoliosebehandlung. Arch. orthop. Unfall Chir. 70 (1971) 136 - 151
- MORSCHER E.: Moderne Aspekte der operativen Skoliosebehandlung. Sandorama, Sandoz AG, Nürnberg 1974
- NACHEMSON A., ELFSTRÖM G.: Intravital Wireless Telemetry of Axial Forces in Harrington Distraction Rods in Patients with Idiopathic Scoliosis. J. Bone Jt. Surg. 53 A No. 3 April 1971
- NACHEMSON A., ALFSTRÖM G.: Intravital Wireless Telemetry of Axial Forces in Harrington Distraction Rods in Patients with Idiopathic Scoliosis. (Hrsg. von G. CHAPCHAL) Stuttgart Thieme 1973

- NEUGEBAUER H.: Cobb oder Ferguson. Eine Analyse der beiden gebräuchlichsten Röntgenmeßmethoden von Skoliosen. Z. Orthop. 110 (1972) 342 - 356
- PAPADOPULOS J.S.: Röntgenologische Messungen an der Wirbelsäule in der Praxis und Einführung des Röntgen-skoliometers. Orthop. Praxis 2/VII, 49; 1971
- RISSE J.: Das Wachstum der Wirbelsäule und seine Beeinflussung durch versteifende Operationen. Verh. Dtsch. Orthop. Gschft. Bd. 45 (1958) 201 - 203
- RISSE J.: The Iliac Apophysis. Clinical Orthopaedics 1958 Bd. 11
- SCHEIER H.J.G.: Prognose und Therapie der Skoliose. Stuttgart Thieme Verlag 1967
- SCHEIER H.J.G.: Zur Verwendung des Instrumentariums von P. Harrington zur Korrektur und inneren Fixation von Skoliosen. Z. Orthop. 106 (1968) 253 - 264
- SCHEIER H.J.G.: Spondylodese und Wachstum. Z. Orthop. 106 (1968) 430 - 437
- SCHULTZ A., HIRSCH C.: Mechanical Analysis of Harrington Rod Correction of Idiopathic Scoliosis. J. Bone Jt. Surg. 55 A No. 5 July 1973 983 - 992
- VALENTIN B.: Geschichte der Orthopädie. Stuttgart, Thiemeverlag 1961
- VIERNSTEIN K.: Operative Behandlung der Skoliose. Verh. Dtsch. Orthop. Gschft. 50 Kongreß 1962 40 - 47
- WILSON R.L., Levine D.B., DOHERTY J.H.: Surgical Treatment of Idiopathic Scoliosis. Clinical Orthopaedics

and Related Research No. 81 (1971) 34 - 47

WITT A.N., Cotta H., HOHMANN D.: Experimentelle Untersuchungen der metallischen Osteosynthese der Wirbelsäule unter Bezugnahme auf die praktische Anwendung. Arch. orthop. Unfall-Chir. 51 (1960) 410

WITT A.N.: Operative Behandlung der Skoliose. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 50 Kongreß (1962) 122

ZIELKE K., PELLIN B.: Elektronisches Druckmessgerät für die Skolioseoperation nach Harrington. Z. Orthop. 111 (1973) 229 - 232

DGOT Sammelstatistik des Arbeitskreises Skoliose: Erscheinungstermin voraussichtlich Sommer 1975.

Lebenslauf

Name: P a u l u s , Wolfgang

Geboren am: 10. 3. 1949 in Deggendorf

Name der Eltern:

Vater: Dr. med. Karl Paulus

Mutter: Felizitas Paulus, geb. Heisig

Staatsangehörigkeit: Deutsch

Schulbildung:

1955-1960	Volksschule Aidenbach
1960-1966	Staatliche Oberrealschule Vilshofen
1966-1969	Adalbert-Stifter-Gymnasium Passau

Studiengang:

WS 1969/70	Studium der Naturwissen- schaften an der Phil.-theol. Hochschule Passau
1970-1975	Studium der Human-Medizin an der Universität München

Famulaturen:

Okt. 1972	Kreiskrankenhaus Plattling Innere Medizin
Okt. 1973	Orthopädische Universitäts- klinik München
Okt. 1974	Kreiskrankenhaus Griesbach Gynäkologie

Prüfungen:

28.06.1969	Abitur
12.10.1970	Naturwissenschaftliche Vor- prüfung
12.04.1972	Ärztliche Vorprüfung
19.12.1975	Staatsexamen in der Human- Medizin

